Aus den Seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie
an der Universität Berlin.
Leiter: Professor Dr. Adolf Bickel.

Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung von Casein und Gelatine als Eiweiß in der gemischten Nahrung auf den Leberglycogengehalt.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Ernst Pfister
aus München.

Tag der Promotion: 19. Januar 1939.

1939

Druck: A. Roßteutscher, Coburg.

Aus den Seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie
an der Universität Berlin.
Leiter: Professor Dr. Adolf Bickel.

Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung von Casein und Gelatine als Eiweiß in der gemischten Nahrung auf den Leberglycogengehalt.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Ernst Pfister
aus München.

Tag der Promotion: 19. Januar 1939.

1939

Druck: A. Roßteutscher, Coburg.

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan:	Prof. Dr. Siebeck.
Referent:	Prof. Dr. Bickel.
Korreferent:	Prof. Dr. Lohmann.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die vorliegende Arbeit stellt einen Beitrag zur Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Nahrungseiweiß und Zuckerstoffwechsel dar. Die Betrachtung muß also zunächst die Kohlehydratbildung aus Bestandteilen des zugeführten Eiweißes berücksichtigen. Bekanntlich spielt die Abspaltung schon im Eiweißmolekül präformierten Kohlehydrats — Glycosamin — wie auch die Umwandlung von Aminosäuren in Traubenzucker normalerweise keine beträchtliche Rolle bei der Kohlehydratversorgung des Körpers. Beim Diabetiker liegen die Verhältnisse anders. Größere Bedeutung haben in der Norm wahrscheinlich dynamische Wirkungen des Nahrungseiweißes bzw. seiner resorbierten Derivate auf den Kohlehydrathaushalt. Dafür ist ein Beispiel die Erfahrung, daß die Blutzuckerkurve unter dem Eindruck der Injektion von Aminosäuren Änderungen erfahren kann, — besonders auch Erhöhungen —, die aber unabhängig von dem zuckerbildenden Vermögen einer Aminosäure verlaufen. (Schenk)[1].

Auch Kanai[2]) hatte gefunden, daß enterale oder parenterale Zufuhr von Aminosäuren in den Zuckerstoffwechsel eingreifen kann, wahrscheinlich auch einen gesteigerten Zuckerumsatz auszulösen vermag. Daß in der Tat unter solchen Umständen auch eine vermehrte Zuckerverbrennung vorkommt, geht aus den Beobachtungen von Wilhelmj und Frank C. Mann[3]) über die Steigerung des respiratorischen Quotienten nach Aminosäurenzufuhr hervor. Es bleibt dabei dahingestellt, ob der verbrennende Zucker ad hoc aus Aminosäuren gebildet wurde, oder ob die Aminosäuren, bzw. ihre Zerfallsprodukte direkt oder indirekt nur Mobilisatoren schon vorhandenen Zuckers sind.

In einer gewissen Beziehung stehen diese Arbeiten auch zu Studien, die sich auf die Beeinflussung des Betriebsstoffwechsels durch quantitativ unterschiedliche Eiweiße oder eiweißhaltige Nahrungsmittel beziehen.

Im weiteren Sinne gehört zum Betriebsstoffwechsel auch die Aufspeicherung von Betriebsstoff im Körper, wie es die Fett- und Glycogendepots zeigen. Hier sehen wir seine randweise Verflechtung mit dem Baustoffwechsel.

Als sich nun nachweisen ließ, daß Beziehungen der Nahrungseiweißqualität zu oxydativen Vorgängen, zum Grade der energetischen Ausnutzung des im Zwischenstoffwechsel oxydierten Materials bestehen, war der Gedanke naheliegend, zu untersuchen, ob sich auch etwa in Abhängigkeit von der Nahrungseiweißqualität Einflüsse auf die Ablagerung von Betriebsstoff, z. B. auf den Glycogengehalt der Leber nachweisen ließen. Dabei ist dieses Problem so zu verstehen, daß nicht etwa untersucht werden soll, wie sich bei einer kohlehydrat- und fettfreien reinen Eiweißkost, unter Verwendung qualitativ unterschiedlicher Eiweiße der Glycogengehalt der Leber gestaltet, sondern welchen Glycogengehalt die Leber bekommt, wenn bei reichlichem Kohlehydrat- und Fettangebot und einem verhältnismäßig kleinen Eiweißangebot die Qualität des Eiweißes unterschiedlich ist.

Es hat sich nun gezeigt, daß hinsichtlich des Eiweiß-, Kohlehydrat- und Fettgehaltes, wie auch des Kalorien-, Mineralstoff- und Vitamingehaltes ähnlich zusammengesetzte Nahrungsgemische bei Gruppen weißer Ratten in Abhängigkeit von Qualitätsunterschieden des Nahrungseiweißes, bzw. der Nahrungsstickstoffsubstanz im Durchschnitt mehrtägiger Versuchsperioden Unterschiede in der Lage der Harnquotienten C/N und Vacat-O/N auftreten lassen. — Eine Wirkung, die die Qualität des Nahrungseiweißes in seinen resorbierten Derivaten auf den Betriebsstoffwechsel ausübt, offenbart sich also an der Oxydationslage im Zwischenstoffwechsel, die bei bestimmter Versuchsanordnung in der Lage der Harnquotienten C/N und Vacat-O/N zur Anschauung kommt. (B i c k e l) [4]).

Wenn man die Caseinwirkung als Maßstab nimmt, so findet man Eiweiße oder eiweißhaltige Nahrungsmittel, die eine der Caseinnahrung ähnliche Harnquotientenlage unterhalten, während bei anderen die Harnquotienten erhöht oder auch erniedrigt sein können.

Aus der diesbezüglichen Bickel'schen Tabelle (1. c. pg. 41), in der die Eiweiße, bzw. die eiweißhaltigen Nahrungsmittel danach geordnet sind, wie weit sich der durch sie bedingte Harnquotientenwert bei bestimmter Versuchsanordnung von demjenigen unterscheidet, der durch eine Nahrung unterhalten wird, in der Casein der Nahrungsstickstoffträger ist, ergibt sich das Wesentliche, was in diesem Betracht wissenswert ist.

Es war nun von Interesse zu sehen, ob Beziehungen bestehen zwischen der Gestaltung der Oxydationslage und der Größe des Leberglycogengehaltes in Abhängigkeit von der Nahrungseiweißqualität. In dieser Richtung ist bereits eine ganze Reihe von Untersuchungen im hiesigen Laboratorium ausgeführt worden. Hierbei ergab sich, daß im Vergleich zu einer definierten gemischten Nahrung mit Casein als Nahrungs-N-Träger analoge Diäten, deren Nahrungs-N-Träger nur eine höhere Harnquotientenlage bedingten, auch einen wesentlich höheren Leberglycogengehalt verursachten, als die Caseindiät.

Andererseits waren im allgemeinen die Differenzen im Leberglycogengehalt nur gering, wenn die N-Substanz der zu vergleichenden Nahrungsgemische trotz ihrer qualitativen Verschiedeneit keine unterschiedliche Oxydationslage bedingte.

Zu den Eiweißen, die eine im Vergleich zu Casein leicht erniedrigte Harnquotientenlage unterhalten, gehört die Gelatine. Insbesondere erniedrigen sich die Harnquotientenwerte bei länger dauernder Ernährung mit gemischter Kost, in der Gelatine das Nahrungseiweiß darstellt.

Man muß sich nun zur weiteren Klarlegung der einschlägigen Verhältnisse die Frage vorlegen, wie sich der Leberglycogengehalt verhält, wenn ceteris paribus entweder Casein oder Gelatine in N-äquimolekularen Mengen Nahrungs-N-Träger sind. Diese Untersuchung bringt meine vorliegende Dissertation.

Die Minderwertigkeit der Gelatine für den Baustoffwechsel ist seit langem bekannt. Das ist sowohl im Tierversuch, wie im Versuch am Menschen oft genug gezeigt worden. (Frank[5]), Aron u. Gralka[6]) u. a.).

Eine Gegenüberstellung der Zusammensetzung des Caseins und der Gelatine aus den einzelnen Aminosäuren in ihrem Prozentgehalt dürfte in diesem Zusammenhange erwünscht sein.

Die Zahlen bedeuten Prozente der Aminosäuren vom Trockengewicht des Proteins und stammen von verschiedenen Autoren.

Casein.

Cystin	0,22 [7]	0,30 [7]	0,33 [7]	
Methionin	3,25 [7]	3,36 [7]	3,50 [7]	3,53 [7]
Lysin	6,25 [7]			
Arginin	3,85 [7]	5,20 [7]		
Histidin	1,77 [7]	1,83 [7]		
Tyrosin	5,55 [7]	5,62 [7]	6,55 [7]	6,8 [7]
Tryptophan	1,20 [7]	1,23 [7]	1,23 [7]	1,7 [7]
Alanin	5,3 [7]			
Oxyprolin	2,1 [7]			
Prolin	5,7 [7]	8,3 [7]		
Glycocoll	0 [8].			

Gelatine.

Cystin	Spuren [7]	0,04 [7]
Methionin	0,97 [7]	
Lysin	5,9 [9]	
Arginin	8,2 [9]	
Histidin	0,9 [9]	
Tyrosin	0,01 [9]	
Alanin	2,5 [7]	8,7 [9]
Oxyprolin	14,7 [7]	14,1 [9]
Prolin	9,0 [7]	9,5 [9].

Meine Versuchsanordnung war folgende:

Als Versuchstiere dienten weiße Ratten. Sie wurden in Gruppen von je fünf Tieren zusammengefaßt, die gemeinsam gewogen, gemeinsam gefüttert und deren Lebern nach Beendigung des Versuches gemeinsam analysiert wurden. Es konnten so Werte gewonnen werden, die von individuellen Schwankungen

frei sind. Alle zu einer Versuchsreihe gehörigen Tiere wurden unter gleichen äußeren Verhältnissen gehalten. (Lufttemperatur usw.) Als Nahrung wurde ein Gemisch geboten, das in ausreichender Menge Kohlehydrate, Fette, Salze, Vitamine und Wasser enthielt. Einzig variabler Faktor war das diesem Gemisch beigefügte Eiweiß, das entweder Casein oder Gelatine war. Nach einer bestimmten Fütterungsdauer wurden korrespondierende Gruppen, d. h. fünf Caseintiere und fünf Gelatinetiere durch Genickschlag getötet. Die Tötung der zu vergleichenden Gruppen (je fünf Caseintiere und je fünf Gelatinetiere) erfolgte unmittelbar hintereinander. Die Lebern wurden blitzschnell aus den Tierkörpern herausgenommen und der Analyse zugeführt. Insbesondere war auch dafür gesorgt worden, daß die Tötung der zu vergleichenden Gruppen gleiche Zeit nach der letzten Futterdarreichung erfolgte. Diese Zeit wurde überhaupt in allen Fällen bei meiner Untersuchung eingehalten. Es war also besonderer Wert darauf gelegt worden, daß der Fütterungszustand der zu vergleichenden Tiergruppen zeitlich derselbe war.

Zur Glycogenanalyse wurde folgendes Verfahren angewandt:

Glycogenbestimmung.*)

Die aus dem Tierkörper herauspräparierte Leber wird in einen Kolben mit 20 ccm heißer 60 %iger Kalilauge gegeben. Das Gewicht des Kolbens mit der Kalilauge ist bekannt. Nun wird der Kolben mit der Leber und Kalilauge noch einmal gewogen, um das Gewicht der Lebern der fünf Tiere festzustellen; dann wird das Gemisch drei Stunden am Rückflußkühler im Wasserbad gekocht und alle 30 Minuten kräftig umgeschüttelt. Nach drei Stunden wird das in den Lebern vorhandene Glycogen gleich in demselben Kolben heiß mit 96 %igem Alkohol ausgefällt. Man gibt solange Alkohol zu, bis nichts mehr ausfällt. Das Glycogen fällt in weißlichen Flocken aus, man läßt das Gefäß bis zum anderen Morgen ruhig stehen. Der Niederschlag wird dann mit Hilfe der Saugpumpe auf einem Glasfilter gesammelt, die gesammelte Menge Glycogen, sowie das Glasgefäß, in dem die Fällung des Glycogens erfolgte, wird ebenfalls mit

*) Genaueres siehe bei Bösl[10]).

Alkohol und zum Schluß mit Äther gewaschen. Es wird dann im Luftstrom getrocknet. Der ausgewaschene Glycogenrückstand wird in 90 ccm heißem destillierten Wasser gelöst, mit 10 % iger Salzsäure versetzt, bis blaues Lackmuspapier rot wird, und dann noch ein Überschuß von 4,8 ccm konz. Salzsäure hinzugesetzt. Dann wird wieder drei Stunden im Wasserbad am Rückflußkühler gekocht, darauf mit einigen Tropfen der 60 %-igen Kalilauge eine schwach alkalische Reaktion hergestellt und in einen 100 ccm Meßkolben filtriert. In $3 \times 0{,}5$ ccm der filtr. Zuckerlösung wird dann die Zuckerbestimmung nach Hagedorn-Jensen gemacht. Ist die Zuckerlösung sehr stark konzentriert, so müssen noch kleinere Mengen zur Zuckerbestimmung genommen werden.

Erste Versuchsreihe.

In einer ersten Versuchsreihe wurden je 10 weiße Ratten mit Gelatine- und Caseinfutter ernährt. Die Nahrungszusammensetzung ergibt sich aus den folgenden Tabellen. Durch Kjeldahlanalysen war ermittelt worden, daß bei den zur Anwendung gelangenden Eiweißpräparaten 1 g Casein N-aequimolekular war 0,92 g Gelatine. Die daraus sich ergebende Kaloriendifferenz wurde ausgeglichen durch eine entsprechende Zuckerzulage bei der Gelatinediät. Im übrigen waren die Nahrungsgemische identisch zusammengesetzt. Auf 73,5 g lufttrockene Substanz kamen nur 5,0 g, bzw. 4,6 g Eiweiß. Das Kohlehydrat bestand aus Kartoffelstärke und überwiegend aus Rohrzucker, der bekanntlich vorzüglich glycogenisiert wird.

Das Gewicht von je fünf Tieren war in allen Fällen 805 g, betrug also pro 1 Tier ca. 161 g im Mittel. Der Kaloriengehalt der täglichen Nahrungsration, die immer quantitativ aufgefressen wurde, betrug für 1 Tier ca. 70 Kalorien. Die Ernährung war also reichlich.

Die Fütterung dauerte bei je zwei korrespondierenden Gruppen mit Casein- oder Gelatinekost 12 und 15 Tage. Das Körpergewicht nahm bei den Caseintieren in dieser Zeit um 2 g pro Tier zu. Bei den Gelatinetieren nahm es dagegen in 12 Tagen um 1 g und in 15 Tagen um 1,5 g pro Tier ab. Hierin kommt die

Minderwertigkeit der Gelatine gegenüber dem Casein zum Ausdruck. Das Ergebnis war folgendes:

Die Caseintiere hatten in ihrer Leber ca. 33 % Glycogen mehr als die Gelatinetiere.

Casein.

5 Tiere nach 12 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte: 5 Tiere
Casein	= 5,0 g			
Lebertran	= 12,5 ccm			
Zucker	= 30,0 g	1. Tag		805 g
Kart.-Stärke	= 25,0 g	3. „		805 g
Salzgemisch	= 1,0 g	5. „		810 g
Apfelsinensaft	= 5,0 ccm	7. „		810 g
Wasser	= 300,0 ccm	10. „		815 g
		12. „		815 g

5 Ratten = 37,0 g Leber = 1,170 % Glycogentraubenzucker.

Casein.

5 Tiere nach 15 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte: 5 Tiere
Casein	= 5,0 g			
Lebertran	= 12,5 ccm			
Zucker	= 30,0 g	1. Tag		805 g
Kart.-Stärke	= 25,0 g	3. „		805 g
Salzgemisch	= 1,0 g	5. „		805 g
Apfelsinensaft	= 5,0 ccm	7. „		810 g
Wasser	= 300,0 ccm	10. „		810 g
		12. „		815 g
		15. „		815 g

5 Ratten = 37,8 g Leber = 1,217 % Glycogentraubenzucker.

Gelatine.

5 Tiere nach 12 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte: 5 Tiere
Gelatine	= 4,6 g			
Lebertran	= 12,5 ccm			
Zucker	= 31,0 g	1.	Tag	805 g
Kart.-Stärke	= 25,0 g	3.	„	805 g
Salzgemisch	= 1,0 g	5.	„	805 g
Apfelsinensaft	= 5,0 ccm	7.	„	800 g
Wasser	= 300,0 ccm	10.	„	800 g
		12.	„	800 g

5 Ratten = 36,7 g Leber = 0,779 % Glycogentraubenzucker.

Gelatine.

5 Tiere nach 15 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte: 5 Tiere
Gelatine	= 4,6 g			
Lebertran	= 12,5 ccm			
Zucker	= 31,0 g	1.	Tag	805 g
Kart.-Stärke	= 25,0 g	3.	„	805 g
Salzgemisch	= 1,0 g	5.	„	805 g
Apfelsinensaft	= 5,0 ccm	7.	„	800 g
Wasser	= 300,0 ccm	10.	„	800 g
		12.	„	797 g
		15.	„	797 g

5 Ratten = 37,3 g Leber = 0,821 % Glycogentraubenzucker.

Zweite Versuchsreihe.

Während in der ersten Versuchsreihe die Körpergewichte der zu vergleichenden Tiergruppen genau gleich waren, wurde in der zweiten Versuchsreihe, die zu einer anderen Zeit, als die erste Versuchsreihe gemacht wurde, das Körpergewicht der Caseintiere wesentlich höher gewählt, als das der Gelatinetiere. Es sollte festgestellt werden, ob auch unter solchen differierenden Versuchsbedingungen und bei einer Nahrungszufuhr, die zwar absolut gleich war, aber bei den schwereren Tieren eine kalorisch geringere Ernährung darstellte, die Differenzen im Leberglycogengehalt ungefähr dieselben blieben, wie sie sich in der ersten Versuchsreihe bei gleichem Körpergewicht und kalorisch gleicher Ernährung der einzelnen Gruppen gezeigt hatten.

Dieser Versuch wurde an 2 Gruppen von je 20 weißen Ratten durchgeführt. Das Gewicht von je 5 Gelatinetieren betrug 690 g, 705 g, 805 g und 810 g, während je 5 Caseintiere 1100 g, 1110 g, 1200 g und 1205 g wogen. Mittelwert war im ersteren Fall also ca. 753 g, im letzteren ca. 1154 g. Der Kaloriengehalt der täglich aufgefressenen Nahrung blieb mit 70 Kalorien der ersten Versuchsreihe gegenüber gleich.

Aus technischen Gründen, da nicht alle Tiere am selben Tag getötet werden konnten, wurde die Versuchsdauer bei korrespondierenden Gruppen mit 10, bzw. 12 Tagen angesetzt. Auch hier nahm das Körpergewicht der Tiere, die Casein als Nahrungseiweiß bekamen, in der in Frage kommenden Zeit um 1,0 bzw. 2,0 g pro Tier zu, während bei den Gelatinetieren eine Gewichtsabnahme von 1,0 bzw. 2,0 g pro Tier in derselben Zeit zu verzeichnen war.

Das Ergebnis war, daß die Caseintiere in ihren Lebern ca. 27 % Glycogen mehr hatten als die Gelatinetiere.

Man ersieht also daraus, daß Körpergewicht und kalorische Versorgung in nicht zu kleinem Umfange einflußlos auf den Leberglycogengehalt sind.

Casein.

5 Tiere nach 10 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte: 5 Tiere
Casein	=	5,0 g		
Lebertran	=	12,5 ccm		
Zucker	=	30,0 g	1. Tag	1100 g
Kart.-Stärke	=	25,0 g	3. „	1100 g
Salzgemisch	=	1,0 g	5. „	1105 g
Apfelsinensaft	=	5,0 ccm	7. „	1105 g
Wasser	=	300,0 ccm	10. „	1105 g

5 Ratten = 44,0 g Leber = 1,525 % Glycogentraubenzucker.

Casein.

5 Tiere nach 12 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte: 5 Tiere
Casein	=	5,0 g		
Lebertran	=	12,5 ccm		
Zucker	=	30,0 g	1. Tag	1200 g
Kart.-Stärke	=	25,0 g	3. „	1200 g
Salzgemisch	=	1,0 g	5. „	1205 g
Apfelsinensaft	=	5,0 ccm	7. „	1205 g
Wasser	=	300,0 ccm	10. „	1210 g
			12. „	1210 g

5 Ratten = 49,0 g Leber = 1,555 % Glycogentraubenzucker.

Casein.

5 Tiere nach 10 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte:
Casein	= 5,0 g			5 Tiere
Lebertran	= 12,5 ccm			
Zucker	= 30,0 g	1.	Tag	1110 g
Kart.-Stärke	= 25,0 g	3.	„	1110 g
Salzgemisch	= 1,0 g	5.	„	1115 g
Apfelsinensaft	= 5,0 ccm	7.	„	1115 g
Wasser	= 300,0 ccm	10.	„	1115 g

5 Ratten = 45,1 g Leber = 1,481 % Glycogentraubenzucker.

Casein.

5 Tiere nach 12 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte:
Casein	= 5,0 g			5 Tiere
Lebertran	= 12,5 ccm			
Zucker	= 30,0 g	1.	Tag	1205 g
Kart.-Stärke	= 25,0 g	3.	„	1210 g
Salzgemisch	= 1,0 g	5.	„	1210 g
Apfelsinensaft	= 5,0 ccm	7.	„	1210 g
Wasser	= 300,0 ccm	10.	„	1210 g
		12.	„	1210 g

5 Ratten = 48,5 g Leber = 1,521 % Glycogentraubenzucker.

Gelatine.

5 Tiere nach 10 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte: 5 Tiere
Gelatine	= 4,6 g			
Lebertran	= 12,5 ccm			
Zucker	= 31,0 g	1.	Tag	705 g
Kart.-Stärke	= 25,0 g	3.	„	705 g
Salzgemisch	= 1,0 g	5.	„	705 g
Apfelsinensaft	= 5,0 ccm	7.	„	700 g
Wasser	= 300,0 ccm	10.	„	700 g

5 Ratten = 36,5 g Leber = 1,128 % Glycogentraubenzucker.

Gelatine.

5 Tiere nach 12 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte: 5 Tiere
Gelatine	= 4,6 g			
Lebertran	= 12,5 ccm			
Zucker	= 31,0 g	1.	Tag	805 g
Kart.-Stärke	= 25,0 g	3.	„	805 g
Salzgemisch	= 1,0 g	5.	„	805 g
Apfelsinensaft	= 5,0 ccm	7.	„	800 g
Wasser	= 300,0 ccm	10.	„	800 g
		12.	„	800 g

5 Ratten = 35,0 g Leber = 1,162 % Glycogentraubenzucker.

Gelatine.

5 Tiere nach 10 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte:
Gelatine	= 4,6 g			5 Tiere
Lebertran	= 12,5 ccm			
Zucker	= 31,0 g	1. Tag		690 g
Kart.-Stärke	= 25,0 g	3. „		690 g
Salzgemisch	= 1,0 g	5. „		690 g
Apfelsinensaft	= 5,0 ccm	7. „		685 g
Wasser	= 300,0 ccm	10. „		685 g

5 Ratten = 37,2 g Leber = 1,088 % Glycogentraubenzucker.

Gelatine.

5 Tiere nach 12 Tagen getötet.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:				Gewichte:
Gelatine	= 4,6 g			5 Tiere
Lebertran	= 12,5 ccm			
Zucker	= 31,0 g	1. Tag		810 g
Kart.-Stärke	= 25,0 g	3. „		810 g
Salzgemisch	= 1,0 g	5. „		805 g
Apfelsinensaft	= 5,0 ccm	7. „		805 g
Wasser	= 300,0 ccm	10. „		800 g
		12. „		800 g

5 Ratten = 36,0 g Leber = 1,075 % Glycogentraubenzucker.

Es ist vielleicht auffallend, daß der prozentige Glycogengehalt bei meinem zweiten Versuch sowohl bei den Casein- wie bei den Gelatinetiere eine höhere Lage hat, als bei den Tieren meines ersten Versuches. Bei den vielerlei Faktoren, von denen der Leberglycogenbestand abhängig ist, ist es nicht angängig, die Ergebnisse von Versuchen zu vergleichen, bei denen nicht identische äußere Versuchsbedingungen eingehalten wurden. Denn es kann als bekannt vorausgesetzt werden, daß der Leberglycogengehalt an sich großer Schwankungen fähig ist. So fand z. B. Schöndorff[11]) bei der Untersuchung einzelner Hunde, welche die gleiche Nahrung erhalten hatten, pro kg Körpergewicht 7,59—37,87 g Glycogen. Der dabei beobachtete Maximal-Glycogengehalt der Leber war 18,69 %. Die Gesamtheit der Bedingungen, von denen der Glycogengehalt der Leber abhängig ist, übersehen wir bekanntlich heute noch nicht. So ist es also auch sehr gut möglich, daß der prozentige Glycogengehalt bei Ratten, wenn es sich um verschiedene Tiergruppen handelt, die bei qualitativ gleicher Ernährung gehalten wurden, aber zu ganz verschiedenen Zeiten und nicht identischer Vorfütterung vor Hereinnahme in die Versuche zu derartigen Versuchen herangezogen wurden, ein verschiedener ist. Gerade weil uns die Schöndorffschen Untersuchungen bekannt waren, haben wir bei unseren Versuchen an Gruppen von Tieren gearbeitet und waren auf's ängstlichste bedacht, bei den zu vergleichenden Tiergruppen die äußeren Versuchsbedingungen, soweit wir sie zu gestalten überhaupt in der Lage sind, möglichst identisch zu machen; denn das ist ja die Voraussetzung, wenn man Vergleichsversuche über den Leberglycogengehalt anstellt, wie sie meiner Arbeit zugrunde liegen.

In diesem Zusammenhang muß auch an die Beziehungen des Zuckerstoffwechsels zur Außentemperatur erinnert werden, aus denen die Möglichkeit eines ungleichen Glycogengehaltes bei verschiedenen Außentemperaturen gefolgert werden kann. (Vgl. Lüthje)[12]).

Alles in allem tragen die hier aufgezählten Beobachtungen dazu bei, verständlich zu machen, warum bei den mit verschiedenen Tiergruppen und weit auseinanderliegender Zeit angestellten Versuchen der Leberglycogengehalt differiert. Wesentlich ist aber der Befund, daß die Differenz in dem Leberglycogengehalt der zu vergleichenden Gruppen in beiden Fällen in derselben Größenordnung liegt.

Zusammenfassung.

Es werden Versuche mitgeteilt, bei denen Gruppen weißer Ratten bis auf das Nahrungseiweiß, das in dem einen Fall Casein, in dem anderen Gelatine war, mit gleichen Nahrungsgemischen ernährt wurden.

In einer ersten Versuchsreihe war das Gewicht und die kalorische Versorgung des Körpers bei den zu vergleichenden Gruppen von je 10 Tieren gleich. In der zweiten Versuchsreihe, die aus 2 Gruppen von je 20 Tieren bestand, war das Körpergewicht der beiden Gruppen und die kalorische Versorgung bei gleichen absoluten Nahrungsmengen ungleich. Unter Wahrung einer gleich langen Fütterung der zu vergleichenden Gruppen einer Versuchsreihe wurde in der ersten Versuchsreihe gefunden, daß der Glycogengehalt der Lebern der Caseintiere um 33 % höher war als derjenige der Gelatinetiere, bei der zweiten Versuchsreihe war der Leberglycogengehalt der Caseintiere um 27 % höher als der der Gelatinetiere. Die Differenzen im Glycogengehalt der Lebern der Gelatine- bzw. Caseintiere liegen also in derselben Größenordnung.

Aus der Gesamtheit meiner Beobachtungen ergibt sich, daß ceteris paribus die Gelatine als Nahrungseiweiß für einen geringeren Glycogengehalt der Leber sorgt als Casein. Diese Feststellung gilt für den Fall, daß das Nahrungsgemisch sich im wesentlichen aus Fett und Kohlehydrat zusammensetzt und das Nahrungseiweiß mengenmäßig nur eine geringe Quote in der lufttrockenen Nahrungssubstanz darstellt, eine Quote, die bei meinen Versuchen nur 7 % betrug.

Beachtenswert scheint mir endlich noch, daß Casein und Gelatine in ihrem Molekül keinen Kohlehydratkomplex enthalten und als Glycogenlieferanten nach den Versuchen von Schöndorff[11]) für Casein und denen von Blumenthal u. Wohlgemut[13]) für Gelatine nicht in Frage kommen. Wenn trotzdem aus meinen Versuchen sich eine unterschiedliche Wirkung ergibt, so kann es sich wohl nur um regulatorische Einflüsse der Eiweiße auf Glycogenbildung und -stapelung, vor allem aus dem Kohlehydrat der Nahrung handeln.

Literatur.

1.) **Schenk:** Naunyn-Schmideb. Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol. 167. 201. 1932.

2.) **Kanai:** „Über den Einfluß von Aminosäuren auf den Blutzucker". Biochem. Zeitschr. 248. 383. 1932.

3.) **Wilhelmy** u. **Frank C. Mann**, Amer. Journ. of Physiol. 93. Nr. 1. 1930.

4.) **A. Bickel:** „Über die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels". (B. Schwabe u. Co. Verlag, Basel 1938.)

5.) **W. Frank:** Diss. med. Fak. Friedr. Wilhelms-Univ. 1936.

6.) **Aron** u. **Gralka:** Handbuch d. Biochemie v. Oppenheimer, Bd. 6, 1923, S. 336.

7.) **W. Roman:** Tab. Biolog. 1937/38 Bd. 14. S. 281. „Descriptive u. physikalische Chemie der Eiweißkörper".

8.) **Landois-Rosemann:** Lehrb. d. Physiol. d. Menschen, 1923, S. 12.

9.) **H. D. Dakin:** „Amino-Acids of Gelatin". (The Journal of Biolog. Chemistry, Bd. 44, 1920, S. 499—529).

10.) **O. Bösl:** Biochem. Zeitschr. 202. 299. 1928.

11.) **Schöndorff:** Pflügers Archiv: 82. 1900. 60.
99. 1903. 191.

12.) **Lüthje:** Verhandlungen des Kongresses für Innere Medizin. 1907. S. 264.

13.) **Blumenthal** u. **Wohlgemut:** Berl. Klin. Wochenschr. 1901. 391.

Lebenslauf.

Ich, Ernst Pfister, wurde am 23. Sept. 1912 in München geboren als Sohn des Facharztes für Zahnheilkunde Dr. med. Eduard Pfister und seiner Ehefrau Irene, geb. Weiner. Von 1918—1922 besuchte ich die Volksschule in München, von 1922—1931 das Wittelsbacher Realgymnasium in München, wo ich Ostern 1931 die Reifeprüfung ablegte. Die ersten 5 Semester studierte ich an der Universität München und bestand dort im Sommer 1933 das Physikum. Das 6.—11. Semester verbrachte ich an den Universitäten München und Berlin und bestand am 16. Sept. 1936 das Staatsexamen an der Universität Berlin. Als Unterarzt (Medizinalpraktikant) war ich an den Lazaretten Münsingen und Berlin tätig. Seit meiner Approbation arbeite ich an der Abteilung für Haut- und Geschlechtskrankheiten des Lazarettes Tempelhof.

Die vorliegende Dissertation fertigte ich in den seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie an der Universität Berlin an. Für die freundliche Überlassung des Themas und die Unterstützung, die ich jederzeit gefunden habe, spreche ich Herrn Prof. Bickel meinen herzlichsten Dank aus.